



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 100 38 167 A 1

51 Int. Cl.⁷:
B 62 D 5/04
B 62 D 5/30

21 Aktenzeichen: 100 38 167.7
22 Anmeldetag: 4. 8. 2000
43 Offenlegungstag: 21. 2. 2002

DE 100 38 167 A 1

71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE; ZF
Lenksysteme GmbH, 73527 Schwäbisch Gmünd,
DE
74 Vertreter:
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart

72 Erfinder:
Lohner, Herbert, 71292 Friolzheim, DE; Dominke,
Peter, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE; Cao,
Chi-Thuan, Dr., 70825 Korntal-Münchingen, DE;
Pfeiffer, Wolfgang, 71723 Großbottwar, DE;
Leimbach, Klaus-Dieter, Dr., 73569 Eschach, DE;
Harter, Werner, 75428 Illingen, DE; Hafermalz, Jens,
76829 Landau, DE; Knödler, Helmut, 73547 Lorch,
DE; Schuele, Juergen, Dr., 73525 Schwäbisch
Gmünd, DE

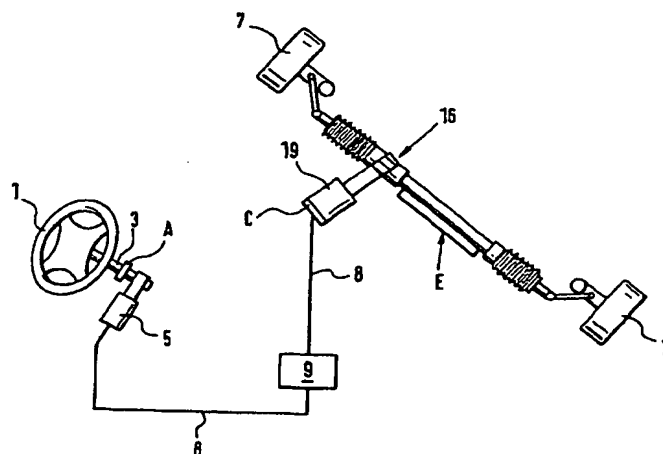
56 Entgegenhaltungen:
DE 198 42 627 A1
DE 198 04 675 A1
DE 197 44 722 A1
DE 42 32 256 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Steer-By-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug

57 Es wird eine Steer-By-Wire-Lenkung vorgeschlagen, bei der der Fahrerlenkwunsch aus der Position eines Lenkrads (1), welche von einem ersten Lenkdrehwinkelsensor (A) erfasst wird, und der Stellung der gelenkten Räder (7), welche von einem Wegsensor (E) erfasst wird, berechnet wird. Dadurch kann auf den Einsatz teurer Multiturn-Sensoren verzichtet werden, so dass sich Kostenvorteile ergeben. Zusätzlich kann die Ausfallsicherheit durch den Einsatz eines zweiten redundanten Lenkdrehwinkelsensors (B) erhöht werden. Gleiches gilt entsprechend für die Erfassung der Stellung des Stellglieds (1).



DE 100 38 167 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lenken eines Fahrzeugs mit einer Steer-By-Wire-Lenkung und eine Lenkanlage gemäß dem Oberbegriff des nebengeordneten Anspruchs 9.

[0002] Bei einer Steer-By-Wire-Lenkanlage ist im Normalbetrieb nur eine elektrische Signalverbindung zwischen einer Lenkhandhabe, wie z. B. einem Lenkrad, und gelenkten Rädern wirksam. Bei solchen Lenkanlagen werden zur Erfassung des Lenkraddrehwinkels und zur Erfassung des Drehwinkels eines Steuerventils sogenannte Multiturn-Sensoren mit einem Messbereich von beispielsweise 1440° , entsprechend vier Lenkradumdrehungen, eingesetzt. Durch die Multiturn-Sensoren kann der Drehwinkel des Lenkrads sowie des Steuerventils eindeutig bestimmt werden. Allerdings sind Multiturn-Sensoren sehr teuer und beim Ausfall eines dieser Sensoren ist die elektronische Steuerung der Lenkanlage nicht mehr funktionsfähig. In Folge dessen muss auf eine mechanische oder hydraulische Ersatzlenkung zurückgegriffen werden. Diese Ersatzlenkung wird im folgenden als Rückfallebene bezeichnet.

[0003] Im Folgenden ist mit "Position" eine Winkellage von 0° bis $< 360^\circ$ bezeichnet, während unter "Drehwinkel" eine Winkellage von $-\infty$ bis $+\infty$ verstanden wird. Der (mehrdeutigen) "Position" von 10° können daher "Drehwinkel" von 10° , 370° , 730° , usw., aber auch -350° , -710° , usw. entsprechen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Steer-By-Wire-Lenkanlage mit erhöhter Sicherheit gegen Funktionsausfälle bei gleichzeitig reduzierten Herstellungskosten bereitzustellen.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1.

Vorteile der Erfindung

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Fahrerlenkwunsch aus der mehrdeutigen Position der Lenkhandhabe und der Stellung der gelenkten Räder ermittelt, so dass anstelle eines Multiturn-Sensors ein einfacher Sensor mit einem Messbereich von 360° ausreichend ist. Die Auflösung des Sensors, mit dem die Stellung der gelenkten Räder erfasst wird, muss lediglich so hoch sein, dass aus der Stellung der gelenkten Räder eindeutig auf die Zahl der vom Lenkrad ausgeführten Umdrehungen geschlossen werden kann. Aus diesem Grund kann auch der dazu erforderliche Sensor sehr einfach und kostengünstig aufgebaut sein. Wegen des Zusammenwirkens der Stellung der gelenkten Räder und der Position der Lenkhandhabe können Fehlfunktionen eines oder beider Sensoren erkannt werden, und es kann ggf. auf eine Rückfallebene umgeschaltet werden. Dadurch erhöht sich die Sicherheit der Steer-By-Wire-Lenkung. In gleicher Weise kann die Ermittlung des Drehwinkels des Stellglieds aus der mehrdeutigen Position des Stellglieds und der Stellung der gelenkten Räder mit Hilfe eines einfachen 360° -Drehwinkelsensors und des bereits erwähnten Sensors zur Erfassung der Stellung der gelenkten Räder erfolgen, der nur eine geringe Auflösung aufzuweisen braucht.

[0007] In weiteren Ergänzungen der Erfindung ist vorgesehen, dass die Erfassung der Position der Lenkhandhabe redundant erfolgt, dass bei Ausfall einer Erfassungsmöglichkeit der Position der Lenkhandhabe die jeweils andere zur Berechnung des Fahrerlenkwunsches herangezogen wird und/oder dass bei Ausfall der Erfassung der Stellung der gelenkten Räder der Fahrerlenkwunsch durch Addition

der Positionsänderungen der Lenkhabe berechnet wird, so dass die Steer-By-Wire-Lenkanlage auch bei Ausfall eines Sensors, der zur Erfassung der Position der Lenkhandhabe oder der Stellung der gelenkten Räder erforderlich ist, funktionsfähig bleibt, zumindest bis eine Umschaltung auf eine Rückfallebene erfolgt ist.

[0008] Bei anderen Ausgestaltungen der Erfindung erfolgt die Erfassung der Position des Stellglieds redundant, wird bei Ausfall einer Erfassungsmöglichkeit der Position des Stellglieds die jeweils andere zur Berechnung der Position des Stellglieds herangezogen und/oder wird bei Ausfall der Erfassungsmöglichkeit der Stellung der gelenkten Räder der Drehwinkel des Stellglieds durch Addition der Positionsänderungen des Stellglieds berechnet, so dass auch der Drehwinkel des Stellglieds sicher und zuverlässig erfasst wird.

[0009] Die eingangs genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß ebenfalls gelöst durch eine Steer-By-Wire-Lenkanlage mit den Merkmalen des nebengeordneten Anspruchs 9. Bei dieser Lenkanlage können einfache 360° -Lenkdrehwinkelsensoren zu Positionserfassung eingesetzt werden, und der Wegsensor braucht nur eine sehr geringe Auflösung zu haben. Dadurch werden Kosten gespart und die Sicherheit der Lenkanlage wird erhöht, da durch den Vergleich der Messwerte des ersten Lenkdrehwinkelsensors und des Wegsensors eventuelle Fehlfunktionen erkannt werden können.

[0010] In weiterer Ergänzung der Erfindung ist ein zweiter Lenkdrehwinkelsensor und/oder ein zweiter Istwert-Sensor vorhanden, so dass wegen der Redundanz bei der Erfassung der Position der Lenkhandhabe und der Erfassung der Steuerventilposition die Steer-By-Wire-Lenkanlage auch bei Ausfall eines Sensors funktionsfähig bleibt und zumindest die Zeit bis zum Umschalten in eine Rückfallebene sicher überbrückt werden kann. Außerdem kann auf den Einsatz teurer Multiturn-Sensoren verzichtet werden, wenn die Stellung des Lenkgetriebes, welche vom Wegsensor erfasst wird, vom Steuergerät ausgewertet wird.

[0011] In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Stellglied ein die Stellung der gelenkten Räder über ein Lenkgetriebe insbesondere ein Hydrolenkgetriebe steuernder Elektromotor ist, so dass auf einfache Weise der Fahrerlenkwunsch in eine dementsprechende Stellung der gelenkten Räder umgesetzt werden kann.

[0012] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung erfasst der erste Istwert-Sensor den Drehwinkel des Elektromotors, so dass die Bewegung des Stellglieds unmittelbar erfasst wird. Außerdem können auch ggf. ohnehin vorhandene Positionssensoren im Elektromotor (und in einem möglicherweise vorgesehenen Lenkradantriebsmotor) verwandt werden, wenn sie nämlich absolut statt relativ messen. Dadurch werden weitere Kosten eingespart und der Verkabelungsaufwand wird verringert.

[0013] In weiterer Ergänzung der Erfindung erfasst der zweite Istwert-Sensor den Drehwinkel eines Ritzels des Lenkgetriebes, so dass aus dem Messwert des zweiten Istwert-Sensors unmittelbar eine Aussage über die tatsächliche Stellung der gelenkten Räder möglich ist. Wegen der unterschiedlichen Einbaulage des ersten Istwert-Sensors und des zweiten Istwert-Sensors wird die Sicherheit der erfindungsgemäßen Steer-By-Wire-Lenkanlage weiter erhöht und außerdem wird eine Plausibilitätskontrolle der von den Sensoren gemessenen Positionen möglich.

[0014] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0015] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele einer

erfindungsgemäßen Lenkanlage schematisch dargestellt. Es zeigen:

[0016] Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Steer-By-Wire-Lenkanlage und

[0017] Fig. 2: ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Steer-By-Wire-Lenkanlage.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0018] Ein Lenkrad 1 dient als Lenkhandhabe und ist an einer Lenksäule 3 befestigt, die im Chassis eines nicht dargestellten Fahrzeugs gelagert ist. Statt des Lenkrads 1 kann auch eine andere Lenkhandhabe, wie z. B. ein sog. Side-süß, vorgesehen sein, deren Bewegung in eine Drehbewegung der Lenksäule 3 umgesetzt wird.

[0019] An der Lenksäule 3 ist ein erster Lenkdrehwinkelsensor A sowie ein Lenkadantriebsmotor 5 angeordnet. Es ist ausreichend, wenn der erste Lenkdrehwinkelsensor A einen Meßbereich von 360° hat, obwohl das Lenkrad 1 von Lenkanschlag zu Lenkanschlag beispielsweise vier bis fünf Umdrehungen macht. Der Lenkadantriebsmotor 5 dient dazu, Rückwirkungen von der Fahrbahn auf die gelenkten Räder 7 des Fahrzeugs an das Lenkrad 1 und damit an den nicht dargestellten Fahrer des Fahrzeugs weiterzumelden. Die vom ersten Lenkdrehwinkelsensor A ermittelte Position des Lenkrads 1 wird über Signalleitungen 8 an ein Steuergerät 9 übertragen und von diesem ausgewertet.

[0020] Das Lenken der gelenkten Räder 7 erfolgt über ein Stellglied, das in dem ersten Ausführungsbeispiel als Elektromotor 19 ausgeführt ist. Der Elektromotor 19 wirkt über ein Lenkgetriebe 16 auf die Stellung der gelenkten Räder 7. Gesteuert wird der Elektromotor 19 über Signalleitungen 8 von einem Steuergerät 9. Die Erfassung der Position des Elektromotors 19 erfolgt über einen am Elektromotor 19 angebrachten ersten Istwert-Sensor C. Der Meßbereich des ersten Istwert-Sensors C kann etwa 360° betragen. Die Stellung der gelenkten Räder 7 wird über einen Wegsensor E erfasst, dessen Auflösung lediglich so groß sein muß, dass eine eindeutige Zuordnung von der Stellung der gelenkten Räder zu der Zahl der Lenkradumdrehungen möglich ist.

[0021] Der Fahrerlenkwunsch wird mit Hilfe des ersten Lenkdrehwinkelsensors A sowie des Wegsensors E ermittelt. Die Kombination der vom ersten Lenkdrehwinkelsensor A ermittelten Position des Lenkrads 1 und der vom Wegsensor E ermittelten Stellung der gelenkten Räder erlaubt eine eindeutige Bestimmung des Fahrerlenkwunsches.

[0022] In entsprechender Weise kann aus der Position des Elektromotors 19, welche von einem z. B. als Drehwinkelsensor mit 360° Meßbereich ausgeführten ersten Istwertsensor C erfasst wird, zusammen mit der vom Wegsensor E gelieferten Stellung der gelenkten Räder der Drehwinkel des Stellglieds 19 eindeutig bestimmt werden.

[0023] Aus Sicherheitsgründen muß die Steer-By-Wire-Lenkanlage nach dem Ausfall eines der Sensoren A, C oder E abgeschaltet und auf eine Rückfallebene, d. h. eine hydraulische oder mechanische Verbindung zwischen Lenkrad 1 und Lenkgetriebe 16, umgeschaltet werden.

[0024] In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Lenkanlage dargestellt. Das zweite Ausführungsbeispiel weist ebenfalls ein Lenkrad 1, eine Lenksäule 3, einen ersten Lenkdrehwinkelsensor A, einen Lenkadantriebsmotor 5, gelenkte Räder 7, Signalleitungen 8, ein Steuergerät 9, ein Lenkgetriebe 16, einen ersten Istwert-Sensor C und einen Elektromotor 19 auf. Im Folgenden werden nur die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel erläutert, und es wird ansonsten auf das zuvor Gesagte verwiesen.

[0025] An der Lenksäule 3 ist zusätzlich ein zweiter Lenk-

drehwinkelsensor B angeordnet. Das Lenkgetriebe 16 ist als Hydro-Getriebe mit einer Pumpe 11, Verbindungsleitungen 13 und einem hydraulischen Aktor 15 ausgeführt. Gesteuert wird der Aktor 15 über ein als Steuerventil dienendes Drehstabventil 17. Das Drehstabventil 17 wird mittelbar über einen Elektromotor 19 von dem Steuergerät 9 gesteuert. Die Erfassung der Position des Drehstabventils 17 erfolgt über den ersten Istwert-Sensor C sowie einen zweiten Istwert-Sensor D. Der erste Istwert-Sensor C ist am Elektromotor 19 angebracht, während der zweite Istwert-Sensor D an einem Antriebsritzel 21 des Lenkgetriebes 16 angebracht ist. Selbstverständlich muss die Übersetzung zwischen Elektromotor 19 und Drehstabventil 17 einerseits sowie Drehstabventil 17 und Zahnstange des Lenkgetriebes 16 bei der Auswertung der von den Istwert-Sensoren C und D gemessenen Werte berücksichtigt werden. Das Übersetzungsverhältnis zwischen Lenkrad 1 und Zahnstange kann auch fahrzeuggeschwindigkeitsabhängig sein. Die Stellung des Aktors 15 und damit auch die Stellung der gelenkten Räder 7 wird über einen Wegsensor E erfasst.

[0026] Die Lenkdrehwinkelsensoren A und B sind wegen der besonderen Sicherheitsanforderungen an eine Lenkanlage ohne festen mechanischen oder hydraulischen Durchtrieb zwischen Lenkhandhabe 1 und gelenkten Rädern 7 redundant ausgeführt und ermitteln den Fahrerlenkwunsch nur über einen Bereich von 360°. Da beim Lenken mehrere Lenkradumdrehungen zwischen den vollen Radausschlägen notwendig sind, wird die Stellung des Aktors 15, welche über den Wegsensor E erfasst wird, herangezogen, um den Fahrerlenkwunsch eindeutig zu bestimmen. Dadurch kann auf den Einsatz teurer Multiturn-Sensoren mit einem Messbereich größer 360° im Bereich der Lenksäule 3 verzichtet werden.

[0027] Bei einer Störung des ersten oder zweiten Lenkdrehwinkelsensors A oder B ist jeweils der andere Lenkdrehwinkelsensor in der Lage, zusammen mit dem Wegsensor E den Fahrerlenkwunsch eindeutig zu ermitteln. Bei Ausfall des Wegsensors E kann der Fahrerlenkwunsch durch Speichern des letzten Messwertes des Wegsensors E vor dem Ausfall und Aufaddieren der weiteren Messwertänderungen der Lenkdrehwinkelsensoren A und B ermittelt werden. Somit bleibt die Lenkanlage selbst bei Ausfall eines Sensors funktionstüchtig. Allerdings sollte kurze Zeit nach dem Ausfall eines Sensors eine Umschaltung auf eine hydraulische Verbindung zwischen Lenkrad 1 und Aktor 15 erfolgen oder eine mechanische Verbindung zwischen Lenkrad 1 und Lenkgetriebe 16 hergestellt werden.

[0028] Auf ähnliche Weise wird der Lenkwinkel der Räder 7 mit Hilfe der Istwert-Sensoren C und D sowie des Wegsensors E ermittelt. Der Istwert-Sensor C und ein redundanter Istwert-Sensor D messen den Drehwinkel des Ritzels 21 im Bereich von 360° bzw. einem Vielfachen oder einem Bruchteil davon, je nach Übersetzung. Bei der Messung müssen die Übersetzung und die Verdrehung des Drehstabs im Drehstabventil 17 berücksichtigt werden. Der Verdrehwinkel des Drehstabs ist direkt vom anstehenden Moment abhängig. Dieses Moment kann vom Elektromotor 19 aufgebracht werden und kann in diesem Fall aus der Stromaufnahme des Elektromotors 19 ermittelt werden. Das Moment kann auch durch Stöße von der Fahrbahn auf die Räder 7 über das Lenkgetriebe 16 auf den Drehstab übertragen werden.

[0029] Der Lenkwinkel der Räder 7 wird mit den Istwert-Sensoren C, D und dem Wegsensor E in entsprechender Weise wie der Fahrerlenkwunsch ermittelt. Für den Ausfall eines der Istwert-Sensoren C und D gilt das bezüglich der Sensoren A, B und E Gesagte entsprechend. Aus Sicherheitsgründen sollte die elektronische Steuerung der Lenkan-

lage auch nach dem Ausfall eines der Istwert-Sensoren C und D abgeschaltet und auf eine hydraulische oder mechanische Verbindung zwischen Lenkrad 1 und Aktor 15 bzw. Lenkgetriebe 16 umgeschaltet werden.

[0030] Durch die Erfindung ist eine Steer-By-Wire-Lenkanlage geschaffen mit einem ersten Lenkdrehwinkelsensor A für den Ausschlag einer Lenkhandhabe, wie z. B. einem Lenkrad 1, und mit einem Istwert-Sensor D für den Lenkausschlag der gelenkten Räder 7, wobei mindestens der erste Lenkdrehwinkelsensor A aus Sicherheitsgründen durch einen redundanten zweiten Lenkdrehwinkelsensor B ergänzt ist und zur Vervollständigung der Funktion mindestens des ersten Lenkdrehwinkelsensors A und des redundanten zweiten Lenkdrehwinkelsensors B in Winkelbereichen von mehr als 360° ein Wegsensor E für den Istwert des Lenkausschlages eines gelenkten Fahrzeugrades 7 vorgesehen ist; zusätzlich ist ein elektronisches Steuergerät 9 vorhanden, das bei Störung des Wegsensors E dessen zuletzt korrekt gemessenen Wert speichert und anschließend den vom ersten Lenkdrehwinkelsensor A gemessenen Winkel durch Aufaddieren weiterer Messwertänderungen dieses ersten Lenkdrehwinkelsensors A fortschreibt; dadurch stehen für die Steer-By-Wire-Funktion weiterhin vollständige Sollwerte zur Verfügung, und zwar mindestens bis zum Umschalten der Lenkanlage auf eine mechanische und/oder hydraulische Rückfallebene.

[0031] Auch dem ersten Istwert-Sensor C kann ein redundanter zweiter Istwert-Sensor D zugeordnet sein. Wenn, beispielsweise zur Vereinheitlichung der Bauteile, auch der zweite Istwert-Sensor D als Winkelsensor ausgebildet ist, dient der Wegsensor E zweckmäßigerweise zur Vervollständigung der Funktion auch des ersten Istwertsensors C und des zugeordneten redundanten zweiten Istwertsensors D in Winkelbereichen von mehr als 360°. Das Steuergerät 9 kann auch hier bei Störung des Wegsensors E dessen zuletzt korrekt gemessenen Wert speichern und anschließend den von einem der Istwert-Winkelsensoren D, C gemessenen Winkel durch Aufaddieren weiterer Messwertänderungen wenigstens eines der Istwert-Winkelsensoren D, C fortschreiben. Dadurch stehen auch bei Ausfall eines der Sensoren C, D, E weiterhin vollständige Istwerte zur Verfügung und zwar mindestens bis zum Umschalten auf eine Rückfallebene.

[0032] Alle in der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen genannten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Lenken einer Steer-By-Wire-Lenkanlage eines Fahrzeugs, **gekennzeichnet durch** die Kombination der folgenden Verfahrensschritte a, b, c und/oder durch die Kombination der folgenden Verfahrensschritte d, e:

- Erfassen (E) der Stellung gelenkter Räder (7) des Fahrzeugs,
- Erfassen (A) der Position einer Lenkhandhabe (1),
- Berechnen des Fahrerlenkwunsches aus der Position der Lenkhandhabe (1) und der Stellung der gelenkten Räder (7),
- Erfassen (C) der Position eines Stellglieds (19),
- Berechnen des Drehwinkels des Stellglieds (19) aus der Position des Stellglieds (19) und der Stellung der gelenkten Räder (7).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung der Position der Lenkhandhabe

(1) redundant (A, B) erfolgt, und dass bei Ausfall einer Erfassungsmöglichkeit (A) der Position der Lenkhandhabe (1) die jeweils andere (B) zur Berechnung des Fahrerlenkwunsches herangezogen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung der Position der Lenkhandhabe (1) redundant (A, B) erfolgt, und dass bei Ausfall der Erfassungsmöglichkeit (B) der Stellung der gelenkten Räder (7) der Fahrerlenkwunsch durch Addition der Positionsänderungen der Lenkhandhabe (1) berechnet wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung der Position des Stellglieds (19) redundant (C, D) erfolgt, und dass bei Ausfall einer Erfassungsmöglichkeit (C) der Position des Stellglieds (19) die jeweils andere (D) zur Erfassung der Position des Stellglieds (19) herangezogen wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung der Position des Stellglieds (19) redundant (C, D) erfolgt, dass bei Ausfall der Erfassungsmöglichkeit (E) der Stellung der gelenkten Räder (7) der Drehwinkel des Stellglieds (19) durch Addition der Positionsänderungen des Stellglieds (19) berechnet wird.

6. Computerprogramm, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche geeignet ist.

7. Computerprogramm nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogramm auf einem Speichermedium abgespeichert ist.

8. Steuergerät, dadurch gekennzeichnet, dass es nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 arbeitet.

9. Steer-By-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug, mit einer Lenkhandhabe (1), mit einem die Position der Lenkhandhabe (1) erfassenden ersten Lenkdrehwinkelsensor (A), mit einem die Stellung der gelenkten Räder (7) mindestens mittelbar steuernden Stellglied (19), mit einem die Position des Stellglieds (19) erfassenden ersten Istwert-Sensor (C) und mit einem elektronischen Steuergerät (9), dadurch gekennzeichnet, dass ein die Stellung der gelenkten Räder (7) erfassender Wegsensor (E) vorhanden ist.

10. Lenkanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Lenkdrehwinkelsensor (B) vorhanden ist.

11. Lenkanlage nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Istwert-Sensor (D) vorhanden ist.

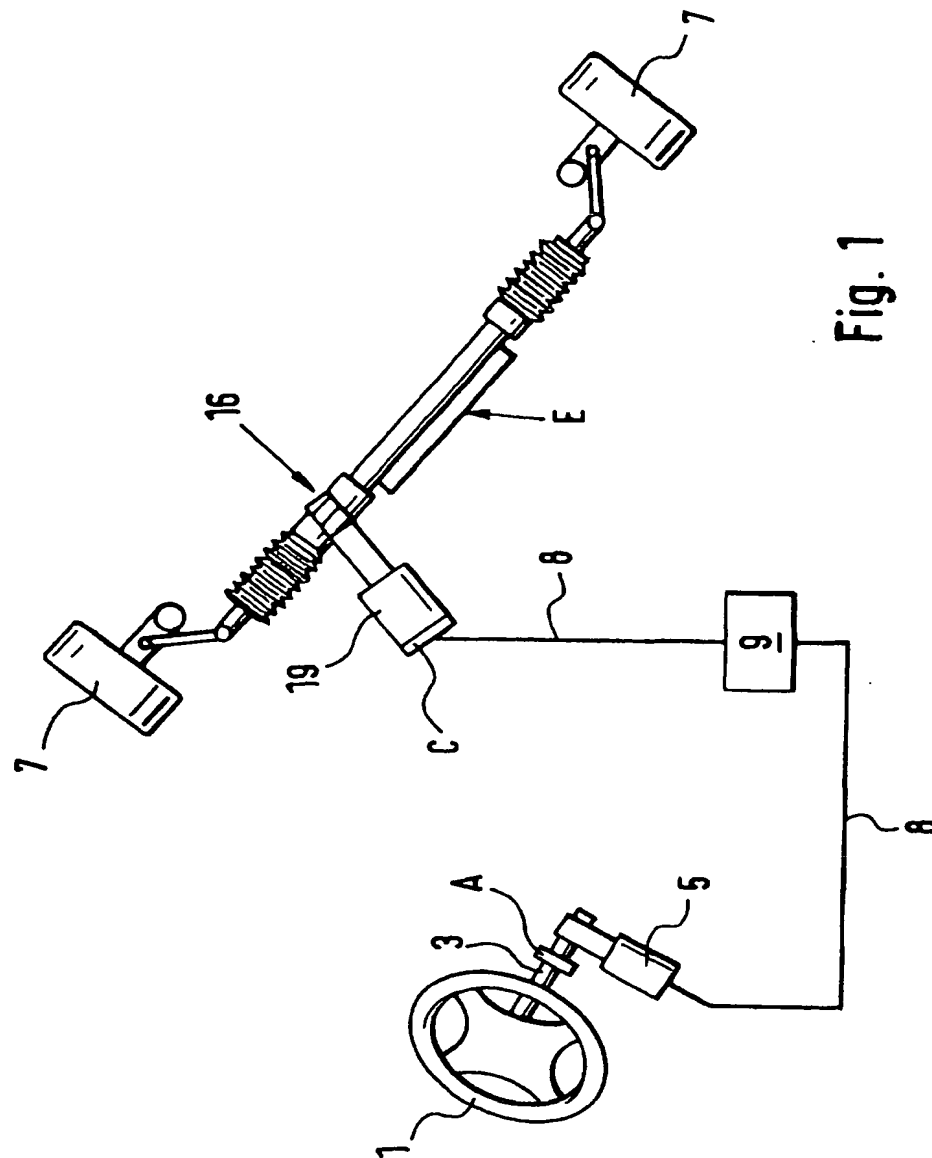
12. Lenkanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied ein die Stellung der gelenkten Räder über ein Lenkgetriebe (16) steuernder Elektromotor (19) ist.

13. Lenkanlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Lenkgetriebe (16) die Stellbewegung hydraulisch unterstützt.

14. Lenkanlage nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Istwert-Sensor (C) den Drehwinkel des Elektromotors (19) erfasst.

15. Lenkung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Istwert-Sensor (D) den Drehwinkel eines Ritzels (21) des Lenkgetriebes (16) erfasst.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



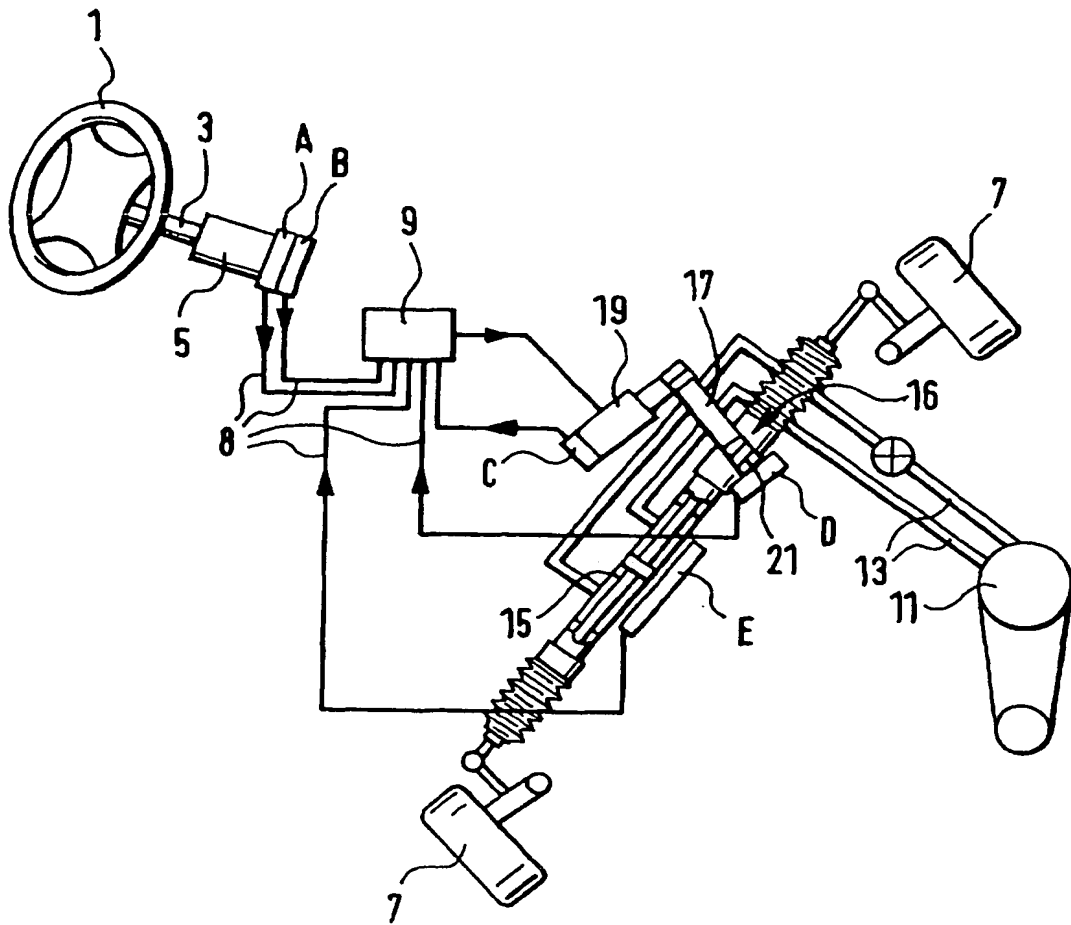


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.